植 物 分 类 与 资 源 学 报　2015, **37** (3): 339~348
Plant Diversity and Resources　DOI: 10.7677/ynzwyj201514101

云南绿汁江下游河谷季雨林群落学研究*

顾伯健[1,2], 朱　华[1**]
(1 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 勐腊　666303; 2 中国科学院大学, 北京　100049)

摘要: 基于 1 ha 样地的群落学调查, 研究了云南绿汁江下游河谷两岸的季雨林植被。结果显示: 该群落高 15~20 m, 乔木层分为明显的两层, 由落叶的厚皮树和常绿的灰毛浆果楝等树种组成; 样地内共记录维管植物 116 种, 其中乔木层树种 36 种, 灌木 14 种, 草本 43 种, 藤本 21 种, 附生植物 2 种; 综合 1 ha 样地计算所得乔木层树种 Shannon-Wienner 指数为 2.2824, Simpson 指数为 0.8321; 样地中共记录到胸径 ≥1 cm 的树木 1 764 株, 且以中、小径级占优势; 该群落主要以高位芽植物为主, 并且以单叶、纸质、全缘和非尾尖的植物种类和小叶植物为主; 群落的种——面积曲线在取样面积为 2 000 m^2时趋于平缓, 建议将 2 000 m^2作为其最小取样面积。根据乔木第一层与第二层的优势种, 将该群落初步定为厚皮树——灰毛浆果楝林。

关键词: 绿汁江; 季雨林; 群落学
中图分类号: Q 948　　**文献标志码**: A　　**文章编号**: 2095-0845(2015)03-339-10

A Community Ecology Study on the Monsoon Forest in the Valley of Lower Luzhi River in Yunnan

GU Bo-jian[1,2], ZHU Hua[1**]
(1 *Xishuangbanna Tropical Botanical Garden*, *Chinese Academy of Sciences*, Mengla, Yunnan 666303, China;
2 *University of Chinese Academy of Sciences*, Beijing 100049, China)

Abstract: Based on the investigation of 1 ha plot, the primitive monsoon forest on the valley of lower Luzhi River in Yunnan was studied. The height of the community is 15-20 m, and tree layers are divided into 2 layers, which is dominated by deciduous tree species *Lannea coromandelica* and evergreen tree species *Cipadessa cinerascens*. One hundred and sixteen vascular plant species were recorded from the plot, including 36 tree species, 14 shrub species, 43 herbaceous species, 43 liana species and 2 epiphyte species. Shannon-Wienner index is 2.2824 and Simpson index is 0.8321 from the 1 ha plot. Total 1 764 trees individuals with DBH ≥1 cm were recorded in the plot. This community is dominated by phanerophytes. The forest is dominated by the microphyllous species which makes up 39.32% of the total. The forest is also dominated by the species with simple leaves (make up 73.50%), papery leaves (make up 69.23%), none caudate leaves (make up 81.20%) and entire leaves (make up 67.52%). The species/area curve shows that it is flatten at 2 000 m^2, which is suggested to be the minimum sampling area for the forest. This community could be recognized as *Lannea coromandelica-Cipadessa cinerascens* formation.

Key words: Luzhi River; Monsoon forest; Community ecology

季雨林是在具有明显干、湿季变化的热带季风气候下发育的一种热带落叶森林植被, 是介于热带雨林与热带稀树草原 (savanna) 之间的一种生态学意义上的经向地带性植被类型 (朱

* 基金项目: 国家自然科学基金 (41471051, 31170195, 41071040)
** 通讯作者: Author for correspondence; E-mail: zhuh@xtbg.ac.cn
收稿日期: 2014-07-11, 2014-11-06 接受发表
作者简介: 顾伯健 (1990-) 男, 硕士研究生, 主要从事热带地区植被与植物区系的研究。

华，2005，2011）。在云南，季雨林主要分布在海拔1 000 m以下的几大河流开阔河段两岸和一些开阔河谷盆地受季风影响最强烈的地段（朱华，2011）。关于国内季雨林的群落学研究，总的来说比较少。虽然《中国植被》、《云南植被》中报道过一些中国热带地区落叶或半常绿的森林植被，但是由于《中国植被》中对季雨林的概念解释和运用是错误的（王伯荪，1987；王伯荪和张炜银，2002），因此这些著作中提到的所谓“季雨林”并非真正意义上的季雨林，例如“石灰山季雨林”（朱华，2005）。除此之外，仅有一些对于某一特定地段季雨林群落具体的研究报道。例如，王洪和朱华（1990）研究了滇南的榆绿木群落。李保贵等（1993，1999）研究了西双版纳的木棉林和东京枫杨林。李庆辉等（2007）研究了云南罗扎河下游季雨林的群落生态学特征。周仕顺等（2007）研究了澜沧江糯扎渡季雨林厚皮树+家麻树群落。这些工作都为季雨林的研究提供了基础。Murphy 和 Lugo（1986）曾提到虽然同样是热带森林，但是季雨林相比于热带雨林来说，得到的关注与研究相应较少。鉴于季雨林丰富的生物多样性，它们应当受到优先的保护（Miles 等，2006）。因此，对于云南现存的季雨林的群落生态学与物种多样性的调查和研究就显得尤为迫切和重要。

在绿汁江下游，由于河谷两侧高大的山体阻挡了暖湿气流的通过，导致了在河谷底部产生了焚风效应，形成了偏干热的气候，具备了季雨林发生的条件。我们在野外考察中，发现那里沿河谷两岸分布着大面积的季雨林。由于地理位置偏远，交通不便，地势险峻陡峭，因此那里的季雨林得以幸存，且保存完好，在大部分江段呈连续分布。像这样分布面积如此之大，保存如此完好的季雨林目前在云南已经不多。所以，对其进行基础的调查与群落学的研究具有非常重要的意义。

1 自然概况

绿汁江发源于武定县与禄丰县交界处，流经易门、双柏、新平等县。河长340 km，在双柏县马房汇入干流元江（李荣梦等，1983）。绿汁江河谷为中山峡谷地貌，气候偏干热，年均温18~20 ℃，年平均降水量750 mm，干湿季十分明显，雨季降水量占全年降水量的86%以上，年均蒸发量超过2 000 mm，一年有8个月干燥度指标大于2.0（陈洁和金振州，1989）。土壤类型主要为燥红土（云南省土壤肥料工作站和云南土壤普查办公室，1996）。稀树灌草丛为绿汁江流域主要的与面积最大的植被类型，主要分布在绿汁江的中游与中上游。

本次研究所涉及的保存状况较好的季雨林主要分布在绿汁江下游，沿河谷分布在从绿汁江与元江交汇处至上游19 km江段，在行政区划上位于楚雄双柏县与玉溪新平县的交界处。继续往上游季雨林变得稀疏，并逐渐过渡为稀树草原。河谷底部绿汁江江面海拔在与元江交汇处（N24°13′45″，E101°29′16″）约为560 m，在上段季雨林过渡到稀树草原的位置（N24°18′33″，E101°36′55″）海拔约为630 m。

2 研究方法

在绿汁江河谷季雨林分布的范围内，选择一处群落外貌完整的地段，建立了一个边长为100 m的1 ha样地，其中心位置经纬度为N 24°16′15″，E 101°35′19″，海拔约为630 m，坡向为西偏北26.7°，坡度为30°（图1）。其底边位于河谷底部林缘，并且与河流平行。样地的每条边分成5段，所以共包含25个20 m × 20 m的小样方。并对每个小样地进行编号（图2）。

样地建立好后，采用记名计数法分别记录25个小样地内的乔木层中所有胸径≥1 cm的树木的胸径、树高、种类，统计其株数并划分径级。之后调查整个1 ha样地中每种灌木、幼树、草本、藤本植物和附生植物，记录其种类，并依据Drude的多度等级进行打分。

乔木层树种重要值的计算采用Curtis 和 McIntosh（1951）首先使用的公式：重要值=相对多度+相对优势度+相对频度。根据群落调查的实际情况，本文采用Simpson 和 Shannon-Wienner 指数来反映群落的物种多样性。计算公式分别为$D=1-\sum {P_i}^2$和$H=-\sum_{i=1}^{S} P_i \ln P_i$。式中$P_i$为为第i个物种的植株数$N_i$占植株总数的比值，即$P_i=N_i/N$，$N$为样方中乔木总株数，$S$为样方中所统计的乔木种数。

对样地中所调查的所有种类的植物划分生活型和叶级谱。生活型的划分依照Raunkiaer（1934）的标准。叶级谱按照叶面积进行分级（复叶按小叶计）：鳞叶，<25 mm²；微叶，25~225 mm²；小叶，225~2 025 mm²；偏小型叶，2 025~4 500 mm²中叶，4 500~18 225 mm²；大叶，18 225~164 025 mm²；巨叶>164 025 mm²（Webb，1955）。





图 1　绿汁江季雨林的群落外貌

Fig. 1　Physiognomy of the monsoon forest on Luzhi river bank

3　研究结果

3.1　群落结构和物种组成

绿汁江河谷季雨林的群落高度为 15～20 m，季节变化明显。乔木层分为明显的两层。第一层为林冠层，树冠彼此连续，郁闭度可达 0.9 以上。群落内部树木分枝较低，树冠开展呈伞状，冠幅较大。主要组成树种为落叶的厚皮树（*Lannea coromandelica*）、白头树（*Garuga forrestii*）、心叶木（*Haldina cordifolia*）、毛麻楝（*Chukrasia tabularis* var. *velutina*）和常绿的香合欢（*Albizia odoratissima*）。第二层乔木高度为 5～10 m，郁闭度约为 0.3。主要组成树种为常绿的灰毛浆果楝（*Cipadessa cinerascens*）、清香木（*Pistacia weinmannifolia*）、细基丸（*Polyalthia cerasoides*），此外还

有落叶的异序乌桕（*Sapium insigne*）、虾子花（*Woodfordia fruticosa*）、余甘子（*Phyllanthus emblica*）等。乔木层之下是幼树层和灌草层，盖度约为10%。层间生长有草质和木质藤本，但丰富程度一般。偶见木质大藤。大树树干上生长有几种附生植物，但是数量和种类都非常稀少。

基于1 ha样地的调查资料，计算出乔木层树种的重要值（表1）。在实际调查的过程中，由于虾子花（*W. fruticosa*）、小檗美登木（*Maytenus berberoides*）、小叶荆（*Vitex negundo* var. *microphylla*）、羽萼木（*Colebrookea oppositifolia*）这几种灌木都出现胸径大于1 cm的植株，因此将它们归在乔木层中一起统计分析。结果显示，样地中胸径≥1 cm的树种共有36种，重要值大于10

表1 绿汁江季雨林乔木层树种重要值

Table 1 Importance value of tree species in the monsoon forest on Luzhi river bank

物种 Species	相对密度 RDE	相对优势度 RDO	相对频度 RFE	重要值 IV
灰毛浆果楝 *Cipadessa cinerascens*	31.63	16.94	8.39	56.96
清香木 *Pistacia weinmannifolia*	15.02	14.44	8.05	37.52
厚皮树 *Lannea coromandelica*	6.07	20.46	8.39	34.92
细基丸 *Polyalthia cerasoides*	18.37	1.17	8.39	27.93
香合欢 *Albizia odoratissima*	2.78	7.99	5.70	16.47
心叶木 *Haldina cordifolia*	3.29	7.14	5.70	16.13
粗糠柴 *Mallotus philippensis*	6.01	3.37	6.04	15.42
白头树 *Garuga forrestii*	1.36	6.40	6.38	14.14
毛麻楝 *Chukrasia tabularis* var. *velutina*	2.78	4.49	4.03	11.29
猫尾木 *Dolichandrone cauda-felina*	2.72	2.58	4.36	9.66
芒果 *Mangifera indica*	0.51	5.77	2.01	8.29
余甘子 *Phyllanthus emblica*	1.25	2.19	3.36	6.79
羽叶楸 *Stereospermum colais*	1.19	1.38	4.03	6.60
鸡桑 *Morus australis*	1.19	0.83	4.03	6.05
异序乌桕 *Sapium insigne*	0.68	1.74	2.68	5.10
毛果扁担杆 *Grewia eriocarpa*	0.45	1.08	2.35	3.88
岩柿 *Diospyros dumetorum*	0.51	0.11	2.01	2.64
聚果榕 *Ficus racemosa*	0.28	1.00	1.01	2.29
虾子花 *Woodfordia fruticosa*	0.45	0.06	1.68	2.19
须弥茜树 *Himalrandia lichiangensis*	0.40	0.01	1.68	2.09
纤花蒲桃 *Syzygium leptanthum*	0.28	0.35	1.34	1.97
西南五月茶 *Antidesma acidum*	0.57	0.05	1.34	1.96
对叶榕 *Ficus hispida*	0.28	0.01	1.01	1.30
一担柴 *Colona floribunda*	0.17	0.00	1.01	1.18
小桐子 *Jatropha curcas*	0.57	0.10	0.34	1.00
木棉 *Bombax ceiba*	0.11	0.06	0.67	0.84
小檗美登木 *Maytenus berberoides*	0.45	0.02	0.34	0.80
家麻树 *Sterculia pexa*	0.11	0.00	0.67	0.79
土蜜树 *Bridelia tomentosa*	0.11	0.00	0.67	0.79
火绳树 *Eriolaena spectabilis*	0.06	0.11	0.34	0.50
天干果 *Buchanania latifolia*	0.06	0.09	0.34	0.49
千张纸 *Oroxylum indicum*	0.06	0.04	0.34	0.43
西南猫尾木 *Dolichandrone stipulata*	0.06	0.00	0.34	0.39
羽萼木 *Colebrookea oppositifolia*	0.06	0.00	0.34	0.39
小叶荆 *Vitex negundo* var. *microphylla*	0.06	0.00	0.34	0.39
白枪杆 *Fraxinus malacophylla*	0.06	0.00	0.34	0.39
合计	100	100	100	300

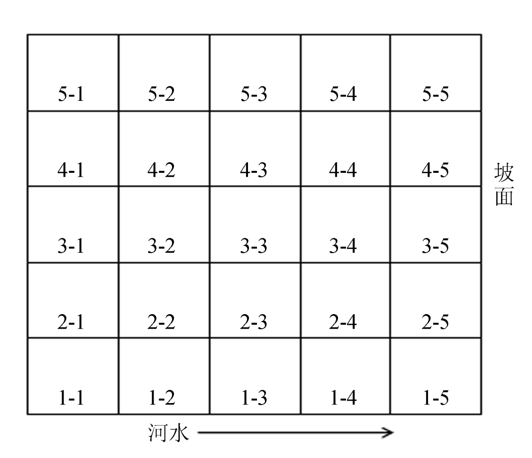


图 2　绿汁江季雨林样地设置示意图

Fig. 2　Sketch map of the 1 ha plot of monsoon forest on Luzhi river bank

的种类有 9 种，其中厚皮树（*L. coromandelica*）、香合欢（*A. odoratissima*）、心叶木（*H. cordifolia*）、白头树（*G. forrestii*）、毛麻楝（*C. tabularis* var. *velutina*）为乔木第一层树种，而灰毛浆果楝（*C. cinerascens*）、清香木（*P. weinmannifolia*）、细基丸（*Polyalthia cerasoides*）、粗糠柴（*Mallotus philippinensis*）为乔木第二层树种。其中灰毛浆果楝（*C. cinerascens*）、清香木（*P. weinmannifolia*）、厚皮树（*L. coromandelica*）的重要值最大，分别为 56.96、37.52 和 34.92。它们构成了群落乔木各层的优势种。

幼树和灌木层高 0.5~2 m，盖度约为 10%左右（表 2），共记录物种数为 27 种。其中幼树中以灰毛浆果楝（*C. cinerascens*）最为优势，所占的盖度也最大。而灌木层中则以假杜鹃（*Barleria cristata*）和矮陀陀（*Munronia henryi*）最为优势。

该群落林下草本层高 0.5~1 m，盖度较小，综合整个 1 ha 样地仅为 10%。但是其种类较为丰富，共记录到 43 种。其中以竹叶草（*Oplismenus compositus*）、鞭叶铁线蕨（*Adiantum caudatum*）、旋蒴苣苔（*Boea hygrometrica*）盖度最大，最为优势（表 3）。

藤本植物在该 1 ha 样地内共记录到 21 种（表 4）。其中以古钩藤（*Cryptolepis buchananii*）、相思子（*Abrus precatorius*）和云南鸡矢藤（*Paederia yunnanensis*）最为优势。

3.2　群落物种多样性指数

将 1 ha 样地中包含的 25 个小样地从靠近河岸的最底部沿山坡随海拔上升分为等面积的五组，即样地 1-1，1-2，1-3，1-4，1-5，组合为一组，编号为“样地一”；样地 2-1，2-2，2-3，2-4，2-5 组合为一组，编号为“样地二”，以此类推。分别计算其乔木层树种的 Simpson 和 Shannon-Wienner 指数（表 5）。从结果可以看出，无论是物种丰富度还是 Shannon-Wienner 多样性指数，都以样地一最大。而综合 1 ha 样地所得到的 Simpson 和 Shannon-Wienner 指数都达到了较高的水平。

表 2　绿汁江季雨林灌木与幼树多度级情况表

Table 2　Abundance of saplings and shrubs in the monsoon forest on Luzhi river bank

物种 Species	多度级 Abundance	物种 Species	多度级 Abundance
灌木		**幼树**	
假杜鹃 *Barleria cristata*	cop2	灰毛浆果楝 *Cipadessa cinerascens*	cop3
矮陀陀 *Munronia pinnata*	cop2	一担柴 *Colona floribunda*	cop2
黑面神 *Breynia fruticosa*	sp	粗糠柴 *Mallotus philippinensis*	cop2
假虎刺 *Carissa spinarum*	sp	细基丸 *Polyalthia cerasoides*	cop2
滇南苏铁 *Cycas diannanensis*	sp	异序乌桕 *Sapium insigne*	sp
单叶拿身草 *Desmodium zonatum*	sp	香合欢 *Albizia odoratissima*	sp
楷叶梣 *Fraxinus retusifoliolata*	sp	清香木 *Pistacia weinmannifolia*	sp
石岩枫 *Mallotus repandus*	sp	西南五月茶 *Antidesma acidum*	sp
小果叶下珠 *Phyllanthus reticulatus*	sp	须弥茜树 *Himalrandia lichiangensis*	sp
叶下珠一种 *Phyllanthus* sp.	sp	岩柿 *Diospyros dumetorum*	sp
大叶千斤拔 *Flemingia macrophylla*	sol	土蜜树 *Bridelia tomentosa*	sp
紫麻 *Oreocnide frutescens*	sol	毛果扁担杆 *Grewia eriocarpa*	sp
假烟叶树 *Solanum erianthum*	sol	虾子花 *Woodfordia fruticosa*	sol
刺天茄 *Solanum violaceum*	sol		

表 3 草本植物多度级情况表

Table 3 Abundance of herbs in the monsoon forest on Luzhi river bank

物种 Species	多度级 Abundance	物种 Species	多度级 Abundance
鞭叶铁线蕨 *Adiantum caudatum*	soc	莎草属一种 *Cyperus* sp.	sp
旋蒴苣苔 *Boea hygrometrica*	soc	弓果黍 *Cyrtococcum patens*	sp
竹叶草 *Oplismenus compositus*	soc	海金沙 *Lygodium japonicum*	sp
水鳖蕨 *Sinephropteris delavayi*	cop3	石蝉草 *Peperomia blanda*	sp
天南星属一种 *Arisaema* sp.	cop2	卷柏一种 *Selaginella* sp.	sp
肠须草 *Enteropogon dolichostachyus*	cop2	千里光 *Senecio scandens*	sp
飞机草 *Chromolaena odorata*	cop2	黄果茄 *Solanum virginianum*	sp
野茼蒿 *Crassocephalum crepidioides*	cop2	刺蒴麻 *Triumfetta rhomboidea*	sp
具芒碎米莎草 *Cyperus microiria*	cop2	狭长斑鸠菊 *Vernonia attenuata*	sp
二萼丰花草 *Spermacoce exilis*	cop2	假鞭叶铁线蕨 *Adiantum malesianum*	sol
土牛膝 *Achyranthes aspera*	cop1	紫茎泽兰 *Ageratina adenophora*	sol
毛叶粉背蕨 *Aleuritopteris squamosa*	cop1	开口箭 *Campylandra chinensis*	sol
密齿天门冬 *Asparagus meioclados*	cop1	四孔草 *Cyanotis cristata*	sol
大蝎子草 *Girardinia diversifolia*	cop1	地胆草 *Elephantopus scaber*	sol
匙叶伽蓝菜 *Kalanchoe integra*	cop1	小一点红 *Emilia prenanthoidea*	sol
粘毛黄花稔 *Sida mysorensis*	cop1	小白酒草 *Erigeron canadensis*	sol
夜香牛 *Vernonia cinerea*	cop1	扭黄茅 *Heteropogon contortus*	sol
赤小豆 *Vigna umbellata*	cop1	六棱菊 *Laggera alata*	sol
绿穗苋 *Amaranthus hybridus*	sp	酢浆草 *Oxalis corniculata*	sol
金盏银盘 *Bidens biternata*	sp	皱叶狗尾草 *Setaria plicata*	sol
竹节草 *Chrysopogon aciculatus*	sp	鹤顶兰一种 *Phaius* sp.	un
干旱毛蕨 *Cyclosorus aridus*	sp		

表 4 藤本植物多度级情况表

Table 4 Abundance of lianas in the monsoon forest on Luzhi river bank

物种 Species	多度级 Abundance	物种 Species	多度级 Abundance
古钩藤 *Cryptolepis buchananii*	cop3	光亮薯蓣 *Dioscorea nitens*	sp
相思子 *Abrus precatorius*	cop2	亮叶素馨 *Jasminum seguinii*	sp
云南鸡矢藤 *Paederia yunnanensis*	cop1	鹿藿 *Rhynchosia volubilis*	sp
银背藤一种 *Argyreia* sp.	sp	毛弓果藤 *Toxocarpus villosus*	sp
球果藤 *Aspidocarya uvifera*	sp	裂叶铁线莲 *Clematis parviloba*	sol
土蜜藤 *Bridelia stipularis*	sp	翅果藤 *Myriopteron extensum*	sol
藤构 *Broussonetia kaempferi* var. *australis*	sp	老虎刺 *Pterolobium punctatum*	sol
毛果山柑 *Capparis trichocarpa*	sp	崖爬藤一种 *Tetrastigma* sp.	sol
大叶白粉藤 *Cissus repanda*	sp	海南翼核果 *Ventilago inaequilateralis*	sol
多毛叶薯蓣 *Dioscorea decipiens*	sp	钮子瓜 *Zehneria maysorensis*	sol
光叶薯蓣 *Dioscorea glabra*	sp		

表 5 绿汁江季雨林不同样地物种丰富度、Shannon-Wienner 指数与 Simpson 指数

Table 5 Species richness, Shannon-Wienner index and Simpson index of different plots in the monsoon forest on Luzhi river bank

	样地一 Plot 1	样地二 Plot 2	样地三 Plot 3	样地四 Plot 4	样地五 Plot 5	1 ha 样地 1 ha Plot
Shannon-Wienner 指数 (H')	2. 5823	1. 8107	2. 0141	2. 0908	1. 9507	2. 2824
Simpson 指数 (D)	0. 8886	0. 7631	0. 7880	0. 8123	0. 7906	0. 8321
物种丰富度 (S)	30	19	22	18	18	36

3.3　乔木层树种径级分析

将 1 ha 样地内所有胸径≥1 cm 的树木的胸径进行分级，并计算各径级个体数与种数的比例（表 6）。共记录到 1 764 株，平均每种 49 株。这表明群落中株数多而种类少。从径级分布表中可以看出，该群落以中、小径级的树木占优势，仅是胸径 1~20 cm 的树木就有 1 516 株，占了绝大多数，大径级的个体很少。随着径级的上升，个体数与种数的比值也不断变小，这也反映了群落中大部分的树木都是中、小径级。

3.4　群落生活型谱

根据 Raunkiaer（1934）生活型分类系统，将 1 ha 样地内所记录到的所有维管植物生活型谱的划分结果列于表 7。结果显示，该群落以高位芽植物最为优势，占到总种数的 42.24%，其中又以小高位芽为优势，占到了 18.10%，而中高位芽与矮高位芽分别占 15.52%与 8.62%，没有大高位芽植物，这也从另一方面反映出了该群落较矮。藤本植物中木质藤本比草质藤本更为优势，占了群落总种数的 12.07%。而草本植物中，以地面芽植物为主，占 15.52%。而群落中地上芽与地面芽占的比例都低，仅为 3.45%与 2.59%。此外，有 8.62%和 7.76%的植物为草本高位芽与一年生植物，这说明了有相当一部分植物以这种方式来适应这里干热的气候。附生植物仅有 2 种，同样说明了这里的生境偏干。

3.5　叶级谱及叶型、叶质、叶缘、叶尖特征分析

将群落的叶级谱整理于表 8。结果显示，整个群落以小叶植物为主，占到了 39.66%，其次是中叶与偏小型叶，分别占到了 28.45%与 19.83%。微叶占的比例较小，为 9.48%。鳞叶只存在于草本植物中，占 1.72%，而大叶植物只有一种乔木，没有巨叶。若以生长型分别进行分析，则乔木层树种和藤本植物种类中以中叶植物占优势，分别占 47.22%和 38.10%，灌木和草本植物种类中以小叶植物占优势，分别为 57.14%和 53.49%。

将群落中全部物种的叶型、叶质、叶缘、叶尖的统计情况列于表 9。结果表明，整个群落叶型以单叶为主，占 73.28%；叶质以纸质为主，占 68.97%；叶缘以全缘为主，占 67.24%，叶尖以非尾尖为主，占 81.03%。因此，该群落主要是以单叶、纸质、全缘、非尾尖种类占优势，但这些性状在各生长型植物中比例又各不相同。单叶在各生长型中占的比例都较大，但在草本植

表 6　绿汁江季雨林乔木的径级分布、树种/个体关系

Table 6　Trees and the individual/species in DBH classes in the monsoon forest on Luzhi river bank

径级 DBH Class/cm	株数 No. of indiv.	种数 No. of species	株数/种 Indiv./sp	径级 DBH Class/cm	株数 No. of indiv.	种数 No. of species	株数/种 Indiv./sp
1≤DBH<10	1041	31	33.58	1≤DBH	1764	36	49
10≤DBH<20	475	23	20.65	10≤DBH	723	24	30.13
20≤DBH<30	159	19	8.37	20≤DBH	248	19	13.05
30≤DBH<40	59	11	5.36	30≤DBH	89	11	8.09
40≤DBH<50	18	7	2.57	40≤DBH	30	7	4.29
50≤DBH<60	6	4	1.5	50≤DBH	12	6	2
60≤DBH<70	3	2	1.5	60≤DBH	6	4	1.5
70≤DBH<80	2	2	1	70≤DBH	3	3	1
80≤DBH	1	1	1	80≤DBH	1	1	1
合计 Total	1764	36	49	合计 Total	1764	36	49

表 7　绿汁江季雨林植物生活型谱

Table 7　Life form spectra of the monsoon forest on Luzhi river bank

生活型 Life form	种数 Species	百分比 Percentage/%
中高位芽（Ms. Ph）	18	15.52
小高位芽（Mi. Ph）	21	18.10
矮高位芽（Na. Ph）	10	8.62
草本高位芽（H. ph）	10	8.62
地上芽（Ch.）	4	3.45
地面芽（H）	18	15.52
地下芽（G）	3	2.59
一年生草本（T）	9	7.76
木质藤本（LW）	14	12.07
草质藤本（LH）	7	6.03
附生植物（Epiphyte）	2	1.72
合计 Total	116	100

物中最大，为 81.40%。纸质叶同样也是在草本植物中占的比例最大，为 81.40%，革质叶在各生长型植物中均不占明显优势，膜质叶仅在草本与藤本植物中出现，且仅有 8 种，而肉质叶仅出现于草本及附生植物中，共 4 种。全缘叶同样在各生长型中都占有较大比例，但在草本植物中相对较小，为 53.49%。非尾尖叶除在藤本植物中比尾尖叶少一种外，在其余各生长型中均占有绝对优势。

3.6 群落取样面积探讨

先统计每个边长为 20 m 小样地的乔木层物种数目，然后通过每次叠加一个相邻小样地的方法扩大群落的取样面积。叠加的起始样地为 1-1，然后沿着横向叠加 1-2，再沿着纵向叠加 2-1，然后是 2-2，以此推类，直到累加完所有 25 个小样地，面积达到 1 ha。每叠加一次都要统计叠加后的乔木层物种数目，这样可以绘制种——面积曲线来探讨群落物种数与取样面积间关系 (图 3)。结果显示，当取样面积从 400 m^2增大到 1 200 m^2时，物种数从 17 种增加到 21 种，当取样面积从 1 200 m^2增加到 2 000 m^2时，物种数由 21 种增加到 27 种，当取样面积从 2 000 m^2增加到 1 ha 时，物种数仅增加 9 种。而取样面积从 400 m^2增加到 1 200 m^2时，面积仅增加了 800 m^2但是物种数却增加了 10 种，变化迅速，因此可以认为曲线在取样面积为 2 000 m^2，物种数为 27 种时发生明显的转折，可以考虑将 2 000 m^2作为该季雨林群落的最小取样面积。

表 8 绿汁江季雨林的叶级谱

Table 8 Leaf scale spectra of the monsoon forest on Luzhi river bank

叶级 Leaf scale	鳞叶 Lepto.	微叶 Nano.	小叶 Micro.	偏小型叶 Noto.	中叶 Meso.	大叶 Macro.	合计 Total
乔木 No. of tree species	0	3	7	8	17	1	36
Percentage/%	0	8.33	19.44	22.22	47.22	2.78	100
灌木 No. of shrub species	0	1	8	2	3	0	14
Percentage/%	0	7.14	57.14	14.29	21.43	0	100
藤本 No. of liana species	0	2	6	5	8	0	21
Percentage/%	0	9.52	28.57	23.81	38.10	0	100
草本 No. of herb species	2	5	23	8	5	0	43
Percentage/%	4.65	11.63	53.49	18.60	11.63	0	100
附生 No. of Epiphyte species	0	0	2	0	0	0	2
Percentage/%	0	0	100	0	0	0	100
总计 Total	2	11	46	23	33	1	116
Percentage/%	1.72	9.48	39.66	19.83	28.45	0.86	100.00

表 9 绿汁江季雨林的叶型、叶质、叶缘、叶尖谱

Table 9 Leaf type, leaf texture, leaf margin and leaf apex spectra of the monsoon forest on Luzhi River

生长型 Growth form	种数 No. of species	叶型 Leaf type		叶质 Leaf texture				叶缘 Leaf margin		叶尖 Leaf apex	
		单叶 Simple	复叶 Comp.	革质 Leath.	纸质 Pap.	膜质 Memb.	肉质 Succu.	全缘 Entire	非全缘 Non-entire	尾尖 Caud.	非尾尖 No Caud.
乔木 Tree	36	22	14	14	22	0	0	26	10	6	30
Percentage/%	100	61.11	38.89	38.89	61.11	0	0	72.22	27.78	16.67	83.33
灌木 Shrub	14	10	4	4	10	0	0	11	3	0	14
Percentage/%	100	71.43	28.57	28.57	71.43	0	0	78.57	21.43	0	100
草本 Herb	43	35	5	2	35	4	2	23	20	5	38
Percentage/%	100	81.40	11.63	4.65	81.40	9.30	4.65	53.49	46.51	11.63	88.37
藤本 Liana	21	16	5	4	13	4	0	16	5	11	10
Percentage/%	100	76.19	23.81	19.05	61.90	19.05	0	76.19	23.81	52.38	47.62
附生 Epiphyte	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	2
Percentage/%	100	100	0	0	0	0	100	100	0	0	100
合计 Total	116	85	28	24	80	8	4	78	38	22	94
Percentage/%	100	73.28	24.14	20.69	68.97	6.90	3.45	67.24	32.76	18.97	81.03

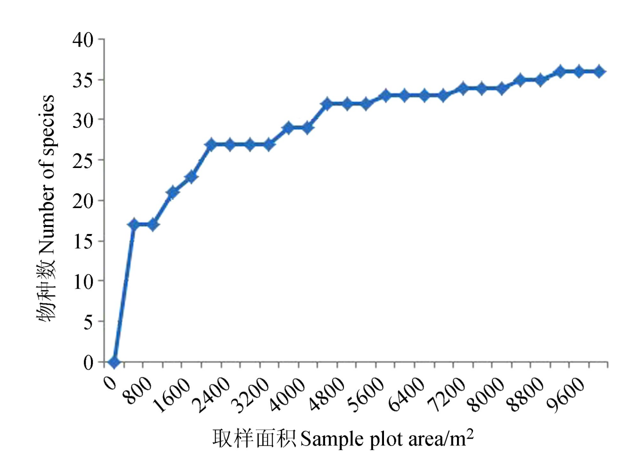


图 3　绿汁江季雨林物种丰富度随样地面积递增的变化趋势

Fig. 3　Accumulation curve of species richness with increasing sample plot area of the monsoon forest on Luzhi river bank

4　结论

绿汁江河谷季雨林保存完好，分布面积大，季节变化明显，在旱季有相当一部分树种落叶，草本植物基本枯萎。该 1 ha 样地内共记录到维管植物 116 种，其中乔木层树种 36 种，灌木 14 种，草本植物 43 种，藤本植物 21 种，附生植物 2 种。综合整个 1 ha 样地得到的 Shannon-Wienner 指数为 2.2824，Simpson 指数为 0.8321。同时，该群落高 15～20 m，乔木层分为明显的两层。第一层的郁闭度为 0.9 以上，主要由落叶的厚皮树（*L. coromandelica*）、心叶木（*H. cordifolia*）、毛麻楝（*C. tabularis* var. *velutina*）、白头树（*G. forrestii*）和常绿的香合欢（*A. odoratissima*）组成。其中以厚皮树（*L. coromandelica*）的重要值最大。第二层郁闭度约为 0.3。主要由常绿的灰毛浆果楝（*C. cinerascens*）、清香木（*P. weinmannifolia*）、和细基丸（*P. cerasoides*）组成，其中以灰毛浆果楝（*C. cinerascens*）的重要值最大。灌草层的盖度约为 10%，其中以竹叶草（*O. compositus*）、鞭叶铁线蕨（*A. caudatum*）、旋蒴苣苔（*B. hygrometrica*）最为优势。从生活型谱来看，该群落以高位芽植物最为优势，占到总种数的 42.24%，其中又以小高位芽为优势，其次是藤本与地面芽植物。从叶级谱来看，群落中小叶植物占优势，为 39.32%。从叶片的生态学特性来看，整个群落以单叶（73.50%）、纸质（69.23%）、全缘（67.52%）非尾尖（81.20%）的植物种类为主。通过分析乔木树种的径级可以看出，乔木径级分布呈倒金字塔型，整个群落以中小径级的个体占优势。种——面积曲线在取样面积为 2 000 m^2，物种数为 27 种时发生明显的转折，可以考虑将 2 000 m^2作为该季雨林群落的最小取样面积。

根据乔木第一层与第二层的优势种，将绿汁江河谷季雨林初步定为厚皮树——灰毛浆果楝林（*Lannea coromandelica*-*Cipadessa cinerascens* forest）。该群落虽然季节变化明显，具有季雨林的典型特征，但是下层乔木的几种优势种：灰毛浆果楝、细基丸、清香木都是常绿树种，上层乔木的香合欢也是常绿树种，因此，它是一种带有常绿成分的落叶季雨林。

5　讨论

因为本次研究涉及的季雨林群落是沿着河谷分布的，因此有必要讨论一下样地沿河谷不同海拔梯度生物多样性的变化。通过分析 1 ha 样地不同海拔梯度乔木层的生物多样性指数可以看出，随着海拔的升高，多样性有减小的趋势。这可能是因为样地靠近河流消落带的部分光照较为充足，且受“边缘效应”的影响，因而能够生长一些适应于边缘生境的种类。另外，受地形影响，海拔较低处土层相对较厚，也相对肥沃，同时受水面加湿效应显著，因此这里的物种较为丰富。

该 1 ha 样地内的草本层盖度仅为 10%，小于之前报道过的澜沧江糯扎渡季雨林厚皮树+家麻树群落（周仕顺等，2007）的 20%～80%，更是远小于罗扎河下游的季雨林群落（李庆辉等，2007）灌草层的 90%。这说明该群落保存较上述两处群落更为完好，使得上层乔木郁闭度非常大，导致林下光线不够，从而使草本层更为稀疏。同时，如果比较该群落不同生长型的物种丰富度，很显然草本植物较为优势。这与之前报道过的澜沧江糯扎渡季雨林厚皮树+家麻树群落（周仕顺等，2007）乔木种类与草本种类相同的情况不同（糯扎渡季雨林乔木和草本植物的种类皆为 25 种）。盖度虽小但种类丰富，其原因可能是这类保存较为完好的季雨林能够使得一些易受威胁的种类得以保存。例如，虽然绿汁江河谷的气候偏干热，但是如果这里的季雨林保存完好，其内部通常能形成局部湿润、遮荫的小生境，这就为一些对生境要求特殊的物种提供了栖

身之处。例如在群落中就记录到了两种附生的兰科植物小蓝万代兰（*Vanda coerulescens*）与钗子股（*Luisia morsei*），同时在距离样地不远的地方还记录到了小叶秋海棠（*Begonia parvula*），秋海棠科与附生的兰科植物能够生长于此也正好说明了这一点。然而，该群落依然记录到若干外来种，如飞机草（*Chromolaena odorata*）、假烟叶树（*Solanum erianthum*）、刺天茄（*Solanum violaceum*）、野茼蒿（*Crassocephalum crepidioides*）。它们基本出现在林缘或林窗。而样地对面的山坡上是沿着河谷修建的 214 省道，这些外来种有可能是沿着公路扩散至此。

云南的季雨林被一些学者认为是干热河谷的原始植被（曹永恒和金振洲，1993；金振洲和欧晓昆，2000），甚至有观点认为元江干热河谷现在分布的大面积的河谷型半萨王纳植被是季雨林被破坏后形成的次生植被（许再富等，1985）。而作为元江的支流，绿汁江干热河谷仍然保存有大面积的原始季雨林。因此，搞清楚那里植被的群落学特征，无疑对研究云南干热河谷植被的类型、分布规律、变迁及演替有着非常重要深远的意义。

致谢 野外调查工作得到了周仕顺老师的大力帮助，在标本鉴定的过程中得到了谭运洪老师、彭华研究员的指导与帮助，在此一并致谢！

〔参 考 文 献〕

金振洲，欧晓昆，2000. 元江、怒江、金沙江、澜沧江干热河谷植被［M］. 昆明：云南科技出版社

李荣梦，李作洪，何春培，1983. 云南水资源及其开发利用［M］. 昆明：云南人民出版社，25—26

云南省土壤肥料工作站，云南省土壤普查办公室，1996. 云南土壤［M］. 昆明：云南科技出版社，275—276

Cao YH（曹永恒），Jin ZZ（金振洲），1993. A research on the vegetation of Nujiang dry-hot river valley in Lujiangba of Yunnan［J］. *Guihaia*（广西植物），**13**（2）：132—138

Chen J（陈洁），Jin ZZ（金振州），1989. The classification studies on the valley vegetation of Luzhi River and Shijie River of Yimen County［J］. *Journal of Yunnan University*：Natural Sciences Edition（云南大学学报：自然科学版），**11**（4）：347—351

Curtis JT，McINtosh RP，1951. An upland forest continum in the prairieforest border region of Wisconsin［J］. *Ecology*，**32**（3）：476—496

Li BG（李保贵），Wang H（王洪），Zhu H（朱华），1993. The *Bombax ceiba* forest in Monghan of Xishuangbanna［J］. *Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究），**15**（2）：191—195

Li BG（李保贵），Zhu H（朱华），Wang H（王洪），1999. The *Pterocarya tonkinensis* forest on the river banks of Xishuangbanna［J］. *Guihaia*（广西植物），**19**（1）：22—26

Li QH（李庆辉），Zhu H（朱华），Wang H（王洪）*et al.*，2007. A community ecology study on deciduous monsoon forest of lower reaches of Luozha River in Yunxian County［J］. *Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究），**29**（6）：687—693

Miles L，Newton A，DeFries R，2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests［J］. *Journal of Biogeography*，**33**：491—505

Murphy PG，Lugo AE，1986. Ecology of tropical dry forest［J］. *Annual Review of Ecology and Systematics*，**17**：67—88

Raunkiaer C，1934. *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*［M］. Oxford：Oxford University Press

Wang BS（王伯荪），1987. Approach to the horizontal zonation of monsoon forests［J］. *Acta Phytoecologica et Geobotanica Sinica*（植物生态学与地植物学学报），**11**（2）：154—158

Wang BS（王伯荪），Zhang WY（张炜银），2002. The groups and features of tropical forest vegetation of Hainan Island［J］. *Guihaia*（广西植物），**22**（2）：107—115

Wang H（王洪），Zhu H（朱华），1990. A study on *Anogeissus acuminata* community［J］. *Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究），**12**（1）：67—74

Webb LJ，1959. A physiognomic classification of Australian rain forest［J］. *Journal of Ecology*，**47**：551—570

Xu ZF（许再富），Tao GD（陶国达），Yu PH（禹平华），1985. An approach to the vegetational changes from Yuanjiang dry-hot valley of Yunnan in the last 500 years［J］. *Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究），**7**（4）：403—412

Zhou SH（周仕顺），Wang H（王洪），Zhu H（朱华），2007. Study on the monsoon forest of *Lannea coromandelica*＋*Sterculia pexa* community in the valley of lower Lancang River［J］. *Guihaia*（广西植物），**27**（3）：475—481

Zhu H（朱华），2005. Reclassification of monsoon tropical forests in southern Yunnan，SW China［J］. *Acta Phytoecologica Sinica*（植物生态学报），**29**（1）：170—174

Zhu H（朱华），2011. Tropical monsoon forest in Yunnan with comparison to the tropical rain forest［J］. *Chinese Journal of Plant Ecology*（植物生态学报），**35**（4）：463—470